

BPUFs para Sistemas de Produção Envolvendo o Trigo

Antonio Costa – IAPAR

José Salvador Simoneti Foloni – Embrapa Soja

II Simpósio Regional INPI Brasil sobre
Boas Práticas para Uso Eficiente de Fertilizantes – BPUFs
Maringá, 27 e 28 de março de 2012



BPUFs para Sistemas de Produção Envolvendo o Trigo

- As boas práticas para uso eficiente de fertilizantes – fonte e doses de nutrientes adequadas, aplicadas no local e na época corretas - para serem realmente apropriadas devem considerar as especificidades de cada cultura, de cada sistema produtivo

(Paul E. Fixen: The four rights within a global fertilizer best management practices framework. In: Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes. V1. Piracicaba; IPNI. 2010. p. 1-22)



Regionalização do Trigo no Paraná

INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 058 (MAPA), DE 19 DE NOVEMBRO DE 2008

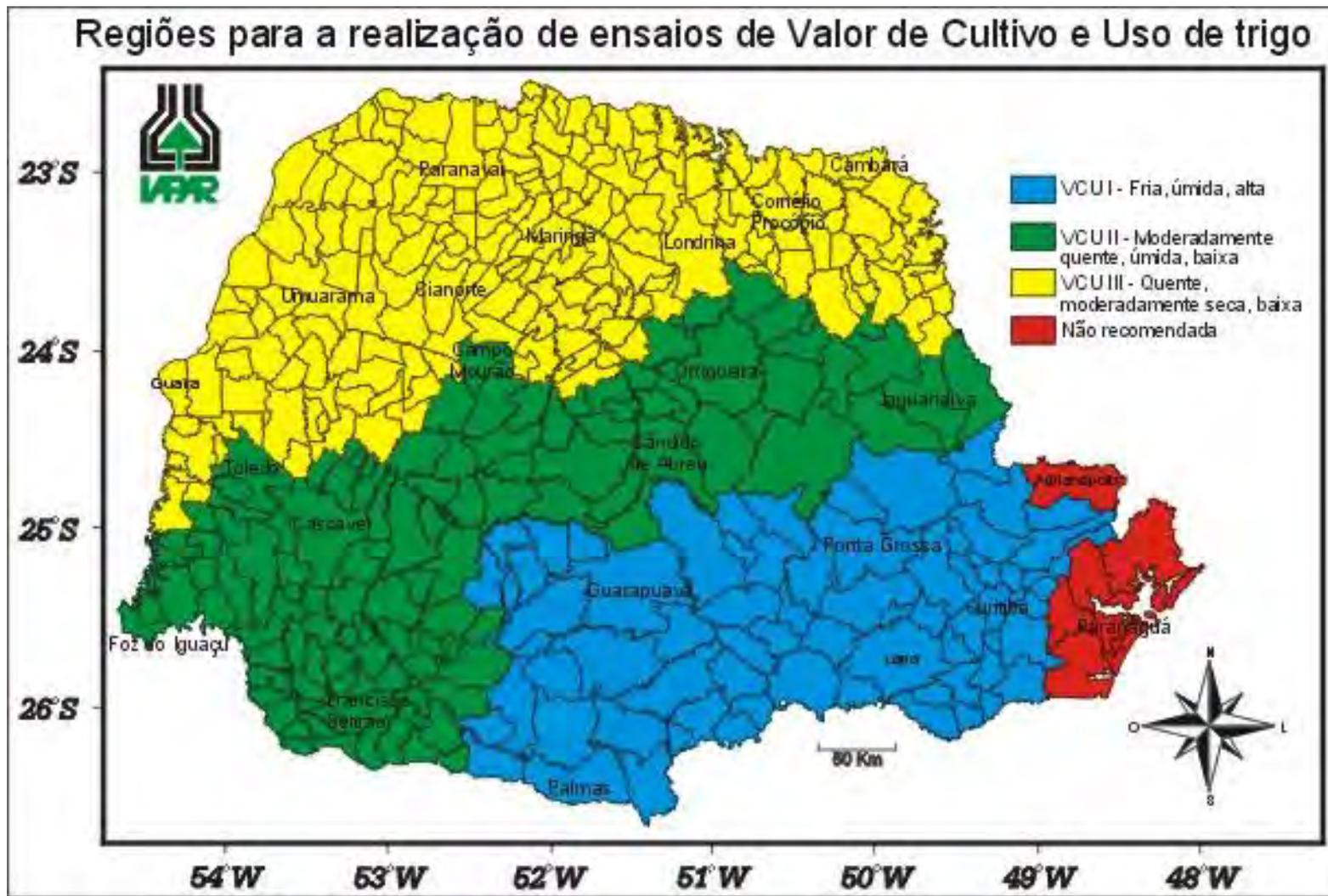
- Edáficas

- ✓ Solos (tipo2): com teor de argila entre 15% e 35% e menos de 70% de areia
- ✓ Solos (tipo3): com teor de argila maior que 35% e ainda, solos com menos de 35% de argila e menos de 15% de areia
- ✓ Profundidade superior a 0,50 m

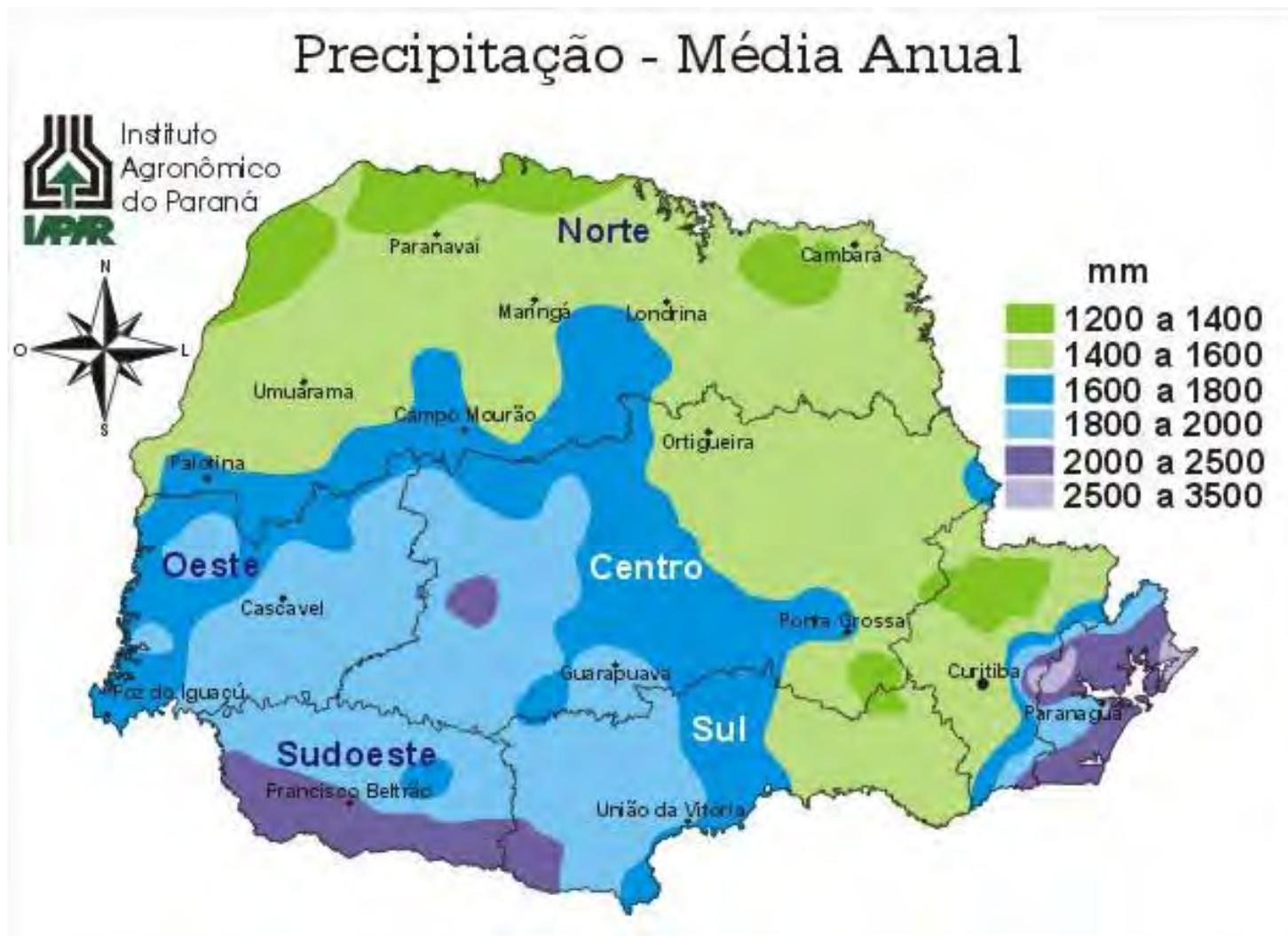
- Climáticas

- ✓ Região I – Fria, úmida, alta
- ✓ Região II – Moderadamente quente, úmida, baixa
- ✓ Região III – Quente, moderadamente seca, baixa
- ✓ Região IV – Não recomendada para trigo

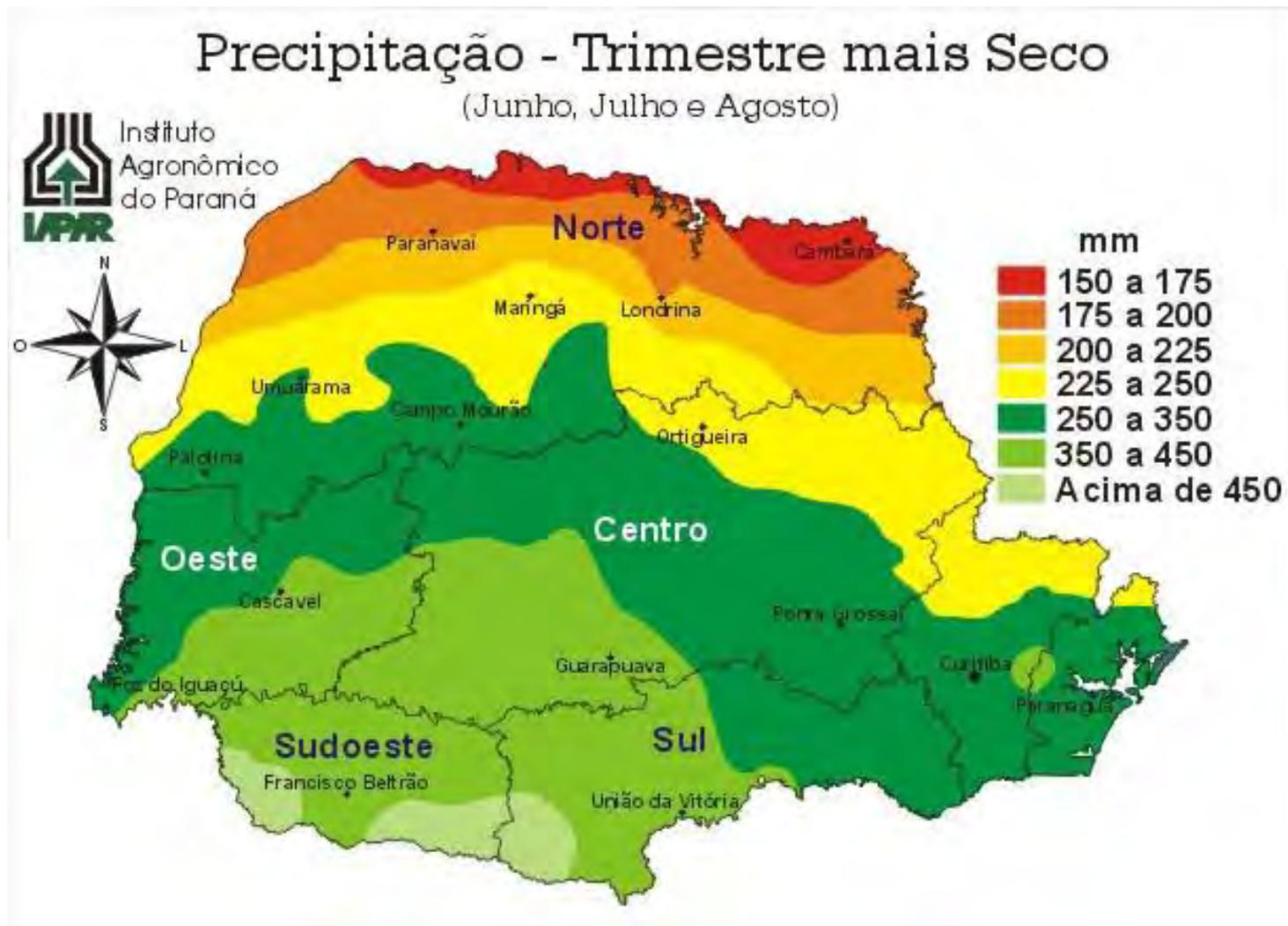
Regionalização do Trigo no Paraná



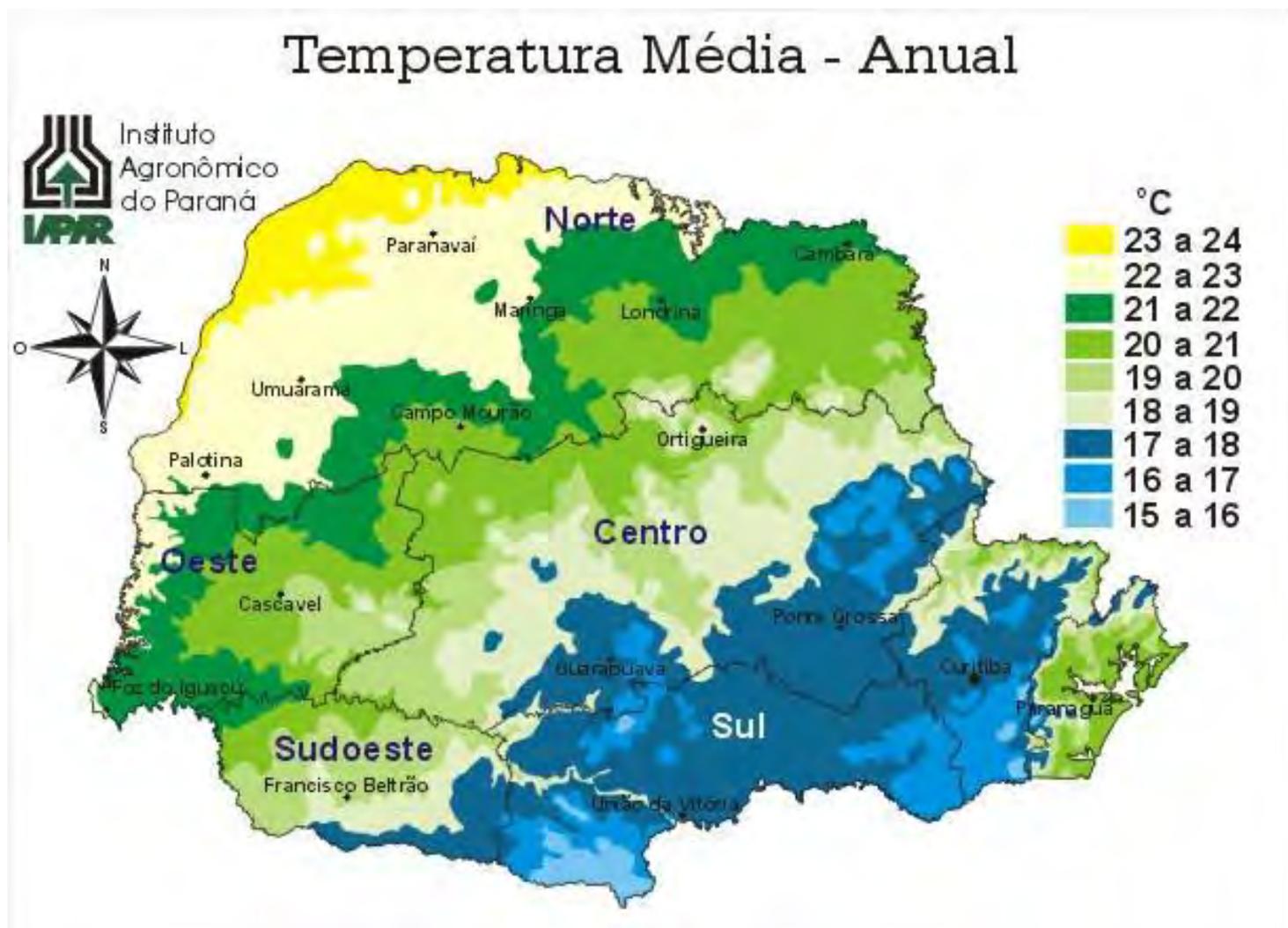
Regionalização do Trigo no Paraná



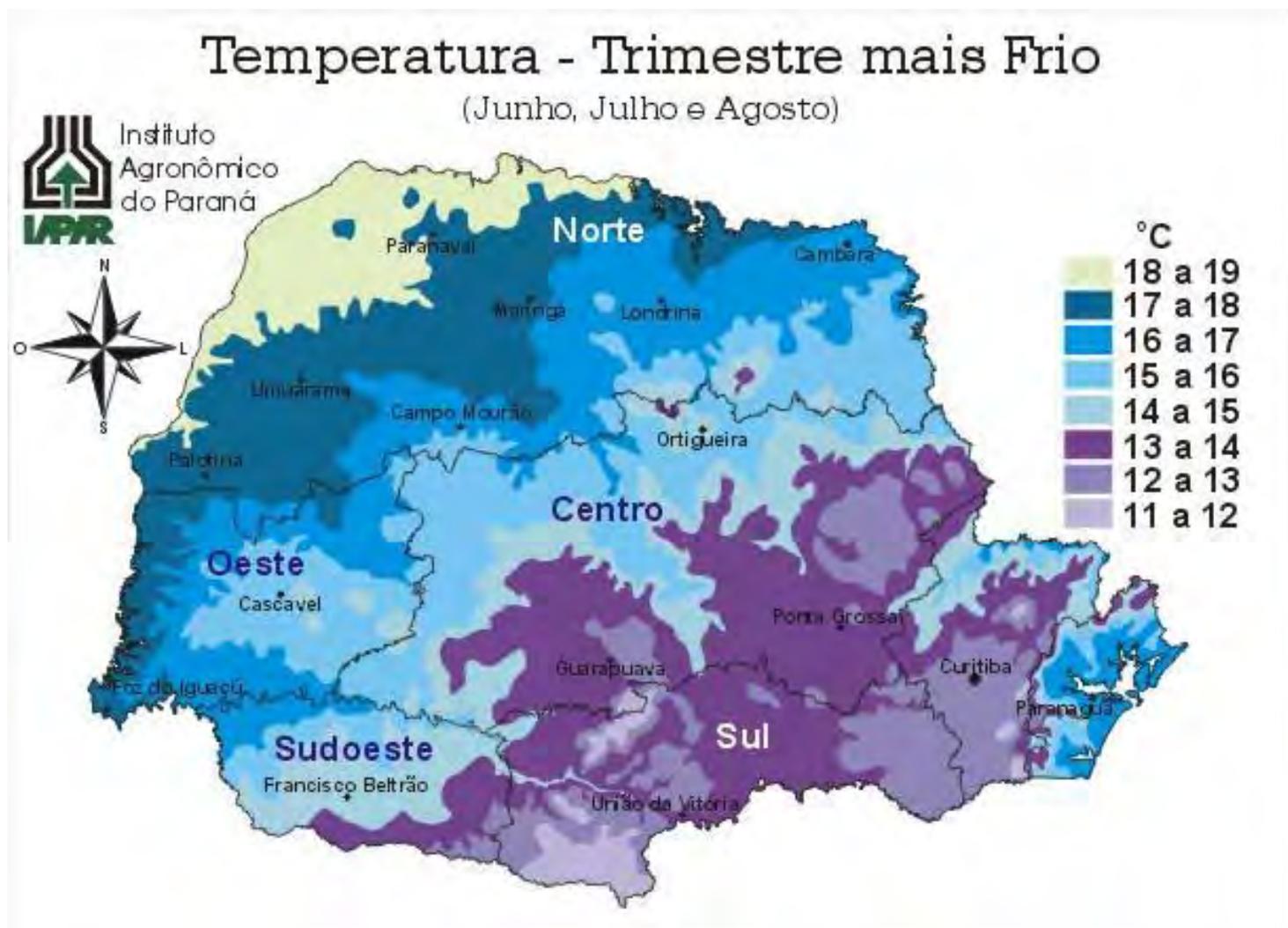
Regionalização do Trigo no Paraná



Regionalização do Trigo no Paraná



Regionalização do Trigo no Paraná



Regionalização do Trigo no Paraná

Produtividade	RT VCU I	RT VCU II	RT VCU III
Média de 9 anos (1998-2006)	2420	2118	1909
Média com restrição hídrica (2006)	2370	1901	1218
Média sem restrição hídrica (2008)	2851	2529	3104

*RT = região tritícola; VCU = valor de cultivo e uso.

Adaptado de: Adaptado de: Caierão et al., 2009; Maurina et al., 2006.

Acúmulo e exportação de nutrientes: BH 1146

Nutrientes	Sequeiro			Irrigado		
	Acúmulo	Exporta	E/A	Acúmulo	Exporta	E/A
	kg/ha		%	kg/ha		%
Nitrogênio	45,7	28,8	63,0	116,8	69,0	59,1
Fósforo	3,0	2,4	79,4	8,3	6,4	77,4
Potássio	31,7	3,7	10,3	82,0	8,1	9,9
Cálcio	4,2	0,3	7,1	10,8	3,3	8,6
Magnésio	4,3	1,4	33,3	8,0	3,3	41,6
Enxofre	9,5	2,5	25,9	19,8	5,8	29,1
Massa Seca		3282 B (100)		9136 A (278)		
Grãos		1683 B (100)		2230 A (133)		

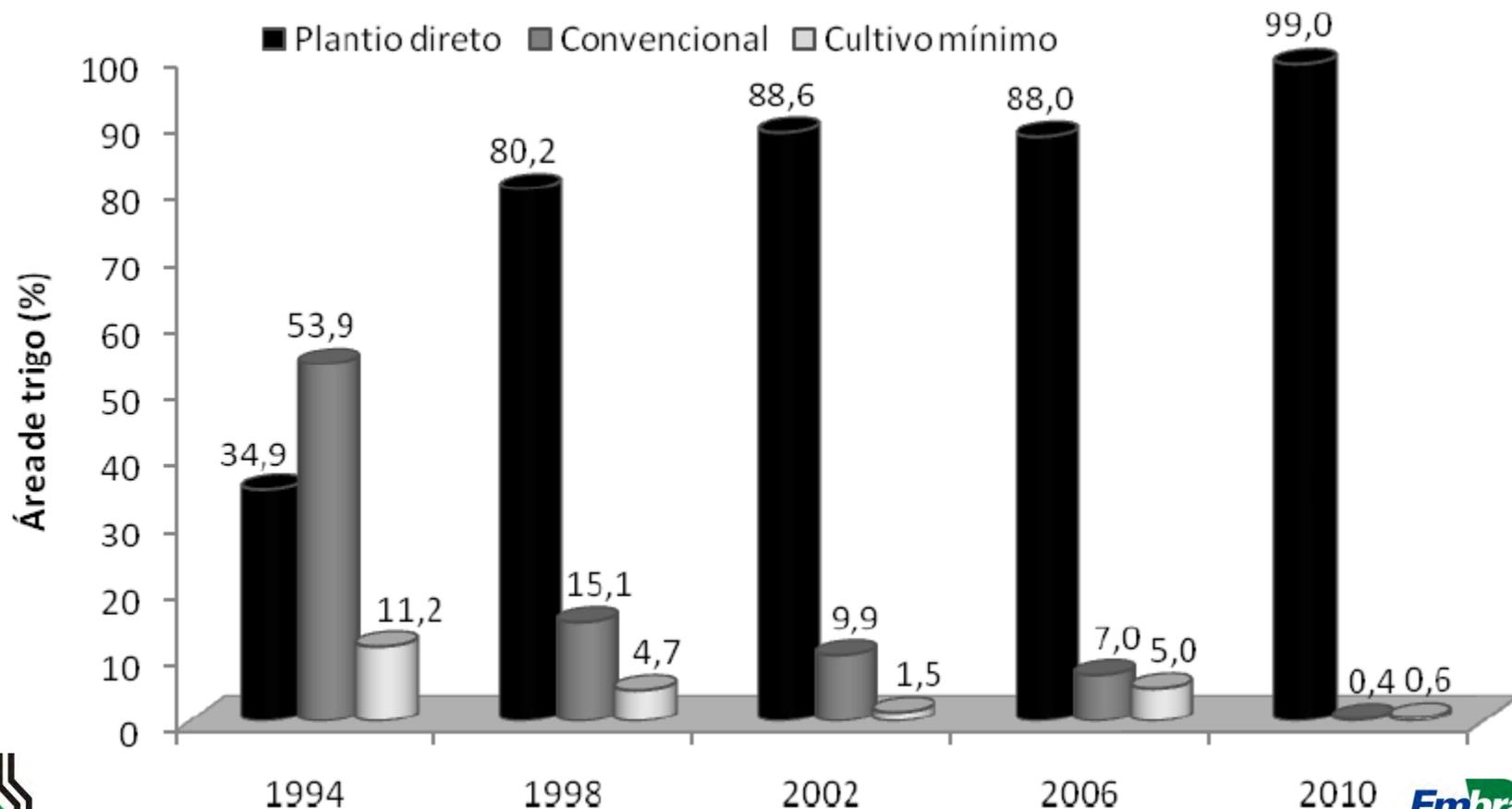
Fonte: Adaptado de Fontoura, 1986.

Uso de Tecnologias em Lavouras de Trigo

- O Sistema Plantio Direto (SPD) predomina no estado, independente da região tritícola. Em média, 99% das lavouras de trigo enquadram-se neste sistema
- Nas áreas corrigidas no ano de 2008, 52% da área amostrada, a aplicação em superfície (83%). Nas lavouras onde se aplicou calcário, em 51% delas a dose foi inferior a 2 t/ha; em 37% a dose foi entre 2 e 4 t/ha e somente em 12% a dose foi superior a 4 t/ha

Uso de Tecnologias em Lavouras de Trigo

Percentual de adoção de sistemas de manejo do solo utilizados no estado do Paraná nos anos de 1994, 1998, 2002, 2006 e 2010. Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, 2011. Harger et al, 2011.



Uso de Tecnologias em Lavouras de Trigo

- O Sistema Plantio Direto (SPD) predomina no estado, independente da região tritícola. Em média, 99% das lavouras de trigo enquadram-se neste sistema
- Nas áreas corrigidas no ano de 2008, 52% da área amostrada, a aplicação em superfície (83%). Nas lavouras onde se aplicou calcário, em 51% delas a dose foi inferior a 2 t/ha; em 37% a dose foi entre 2 e 4 t/ha e somente em 12% a dose foi superior a 4 t/ha

Uso de Tecnologias em Lavouras de Trigo

% de uso de corretivo pelos tricultores entrevistados, em 2008

Calcário Modos e Doses	RT VCU I	RT VCU II	RT VCU III	Total amostra
% do aplicado	75	62	42	52
% em superfície	79	89	78	83
% incorporado	21	11	22	17
% até 2 t	38	43	56	51
% de 2 a 4 t	45	43	34	37
% acima de 4 t	17	14	10	12

Adaptado de: Caierão et al., 2009

Uso de Tecnologias em Lavouras de Trigo

% de uso de adubo pelos tricultores entrevistados

RT VCU	Adubação de base kg/ha			
	< 150	150-200	200-250	>250
I	0,1	29,9	22,4	50,7
II	2,7	24,0	59,3	14,0
III	4,4	30,7	53,6	11,4
Média	3,2	27,3	53,3	16,3
RT VCU	Adubação de cobertura kg/ha			
	Sem	< 50	50-100	> 100
I	1,4	13,6	43,9	41,1
II	22,3	5,9	48,4	23,5
III	25,5	10,2	45,7	18,6
Média	21,3	8,7	48,7	23,3

Adaptado de:Harger et al., 2011.

Acidez do Solo

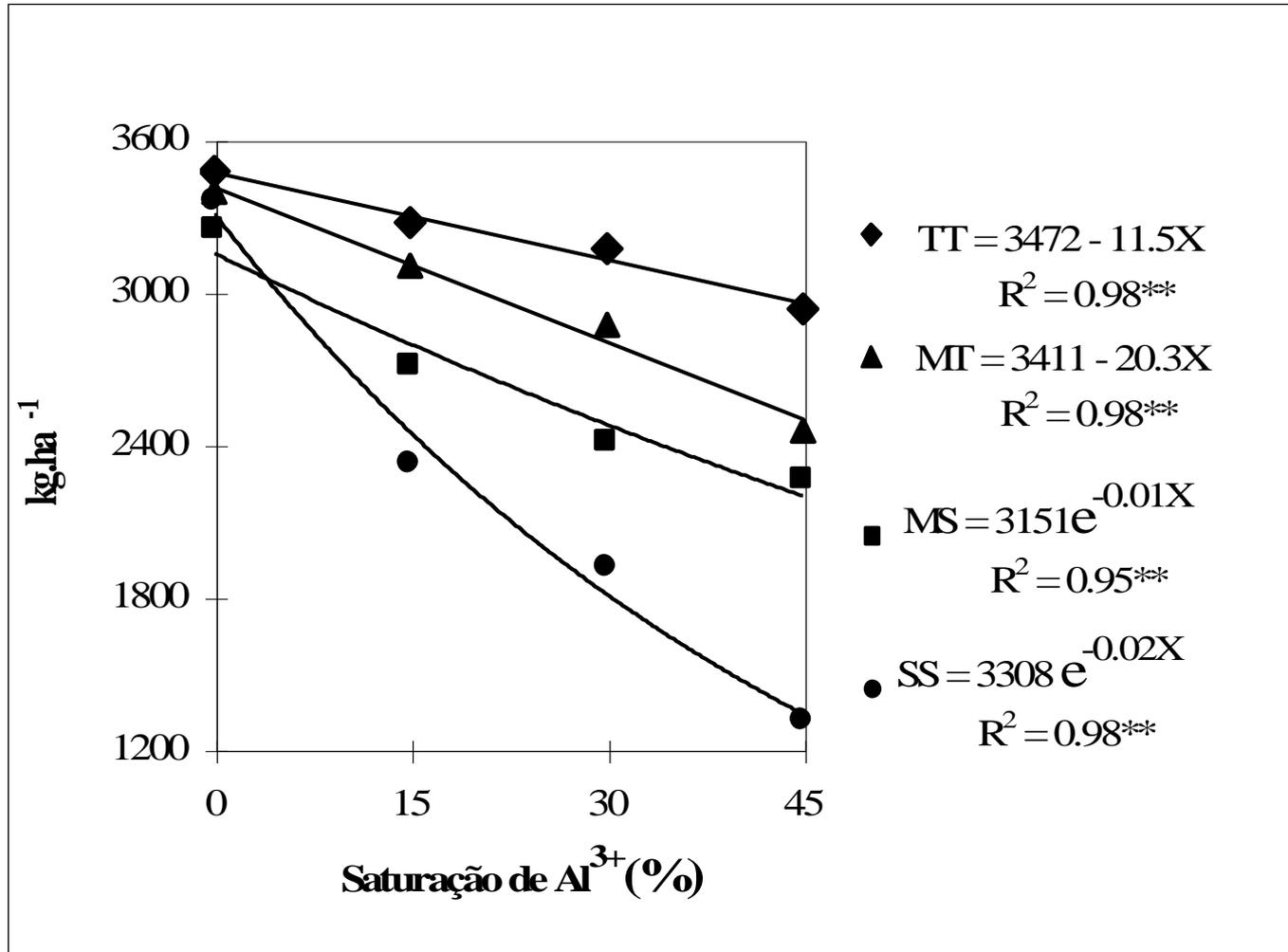
Amostragem do solo

Informações técnicas para trigo e triticale – safra 2012 (CBPTT, 2011)

- Método simples e eficiente para estimar a necessidade de calagem e fertilizantes
- No sistema plantio direto amostragem a 0-10 cm
- Periodicidade: três anos
- Amostrar nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-40 cm a cada seis anos
- Em saturações de Al^{3+} superior a 5%, compatibilizar com o grau de tolerância ao alumínio das variedades

Acidez do Solo

Resposta diferencial de grupo de cultivares ao alumínio
(Costa et al., 1995)



Acidez do Solo

Resposta diferencial de cultivares

Variedades	Sem calcário	Com calcário
	kg/ha (Rendimento Relativo)	
Anahuac	920 (32)	2855 (100)
IAPAR 6	1217 (30)	4027 (100)
IAPAR 33	2335 (47)	4997 (100)
Trigo BR 18	1627 (54)	3028 (100)
Trigo BR 27	2954 (65)	4575 (100)
IAC 5	2323 (88)	2807 (100)

Acidez do Solo

Sintomas da toxidez por alumínio

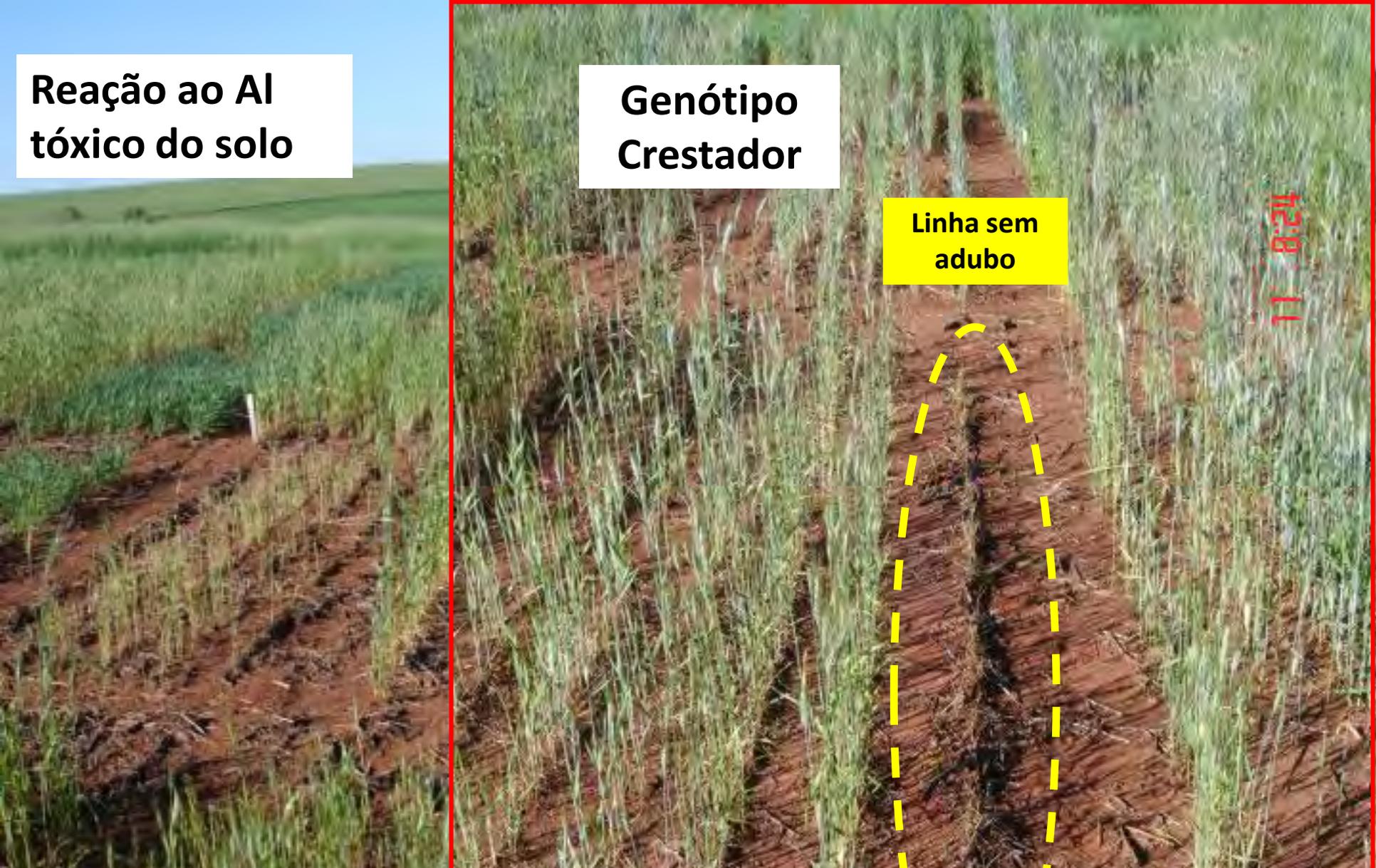
- Na parte aérea os sintomas da toxidez não são de fácil diagnóstico. Ocorre atrofiamento generalizado e amarelecimento do limbo das folhas
- Teores elevados de Al^{3+} limitam o crescimento radicular das plantas. As raízes tornam-se grossas, com diminuição nas suas ramificações
- A absorção de água e nutrientes é comprometida; há queda da produção

**Reação ao Al
tóxico do solo**

**Genótipo
Crestador**

**Linha sem
adubo**

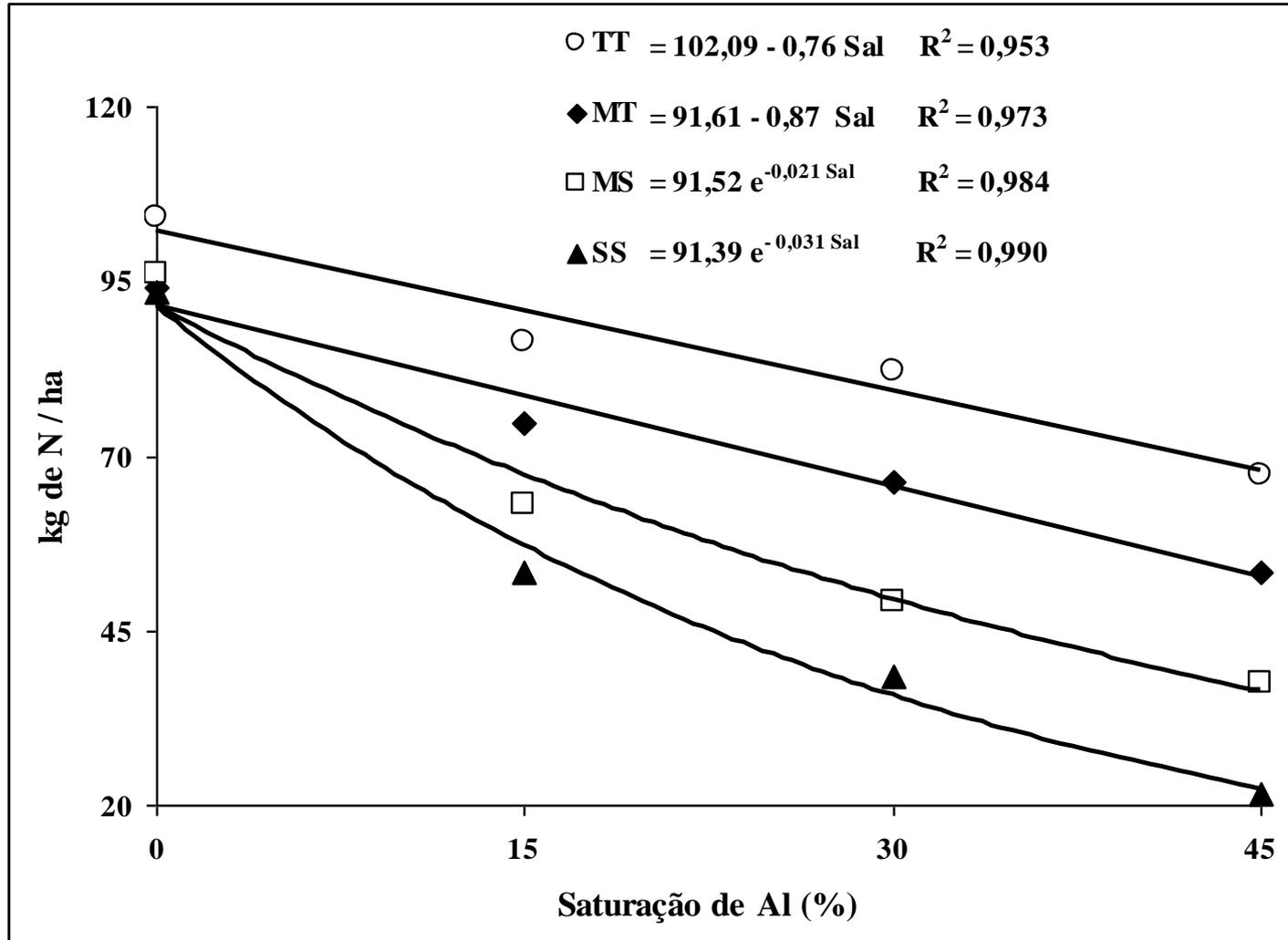
11:28:11





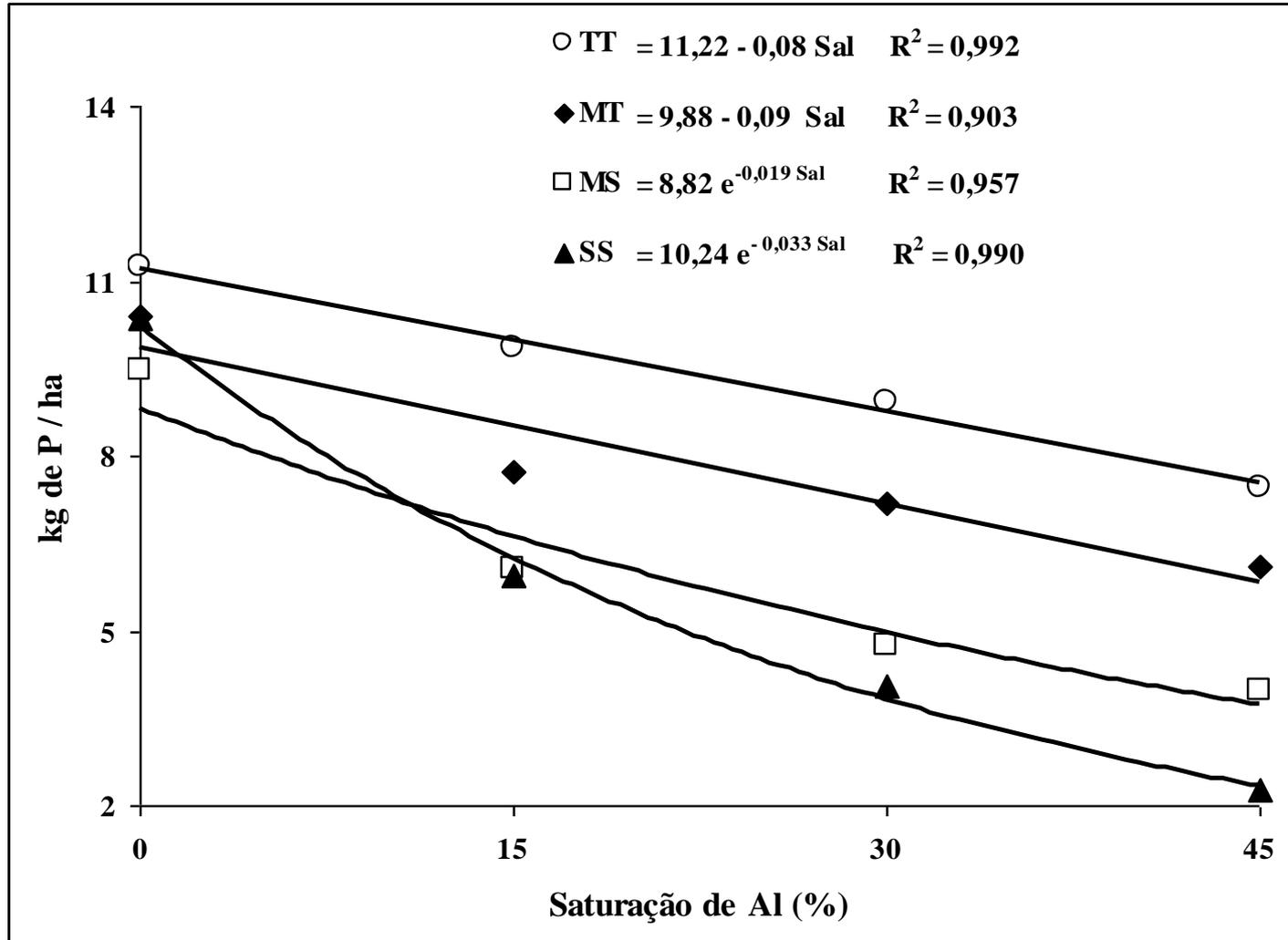
Acidez do Solo

Acúmulo de N em função do alumínio no solo



Acidez do Solo

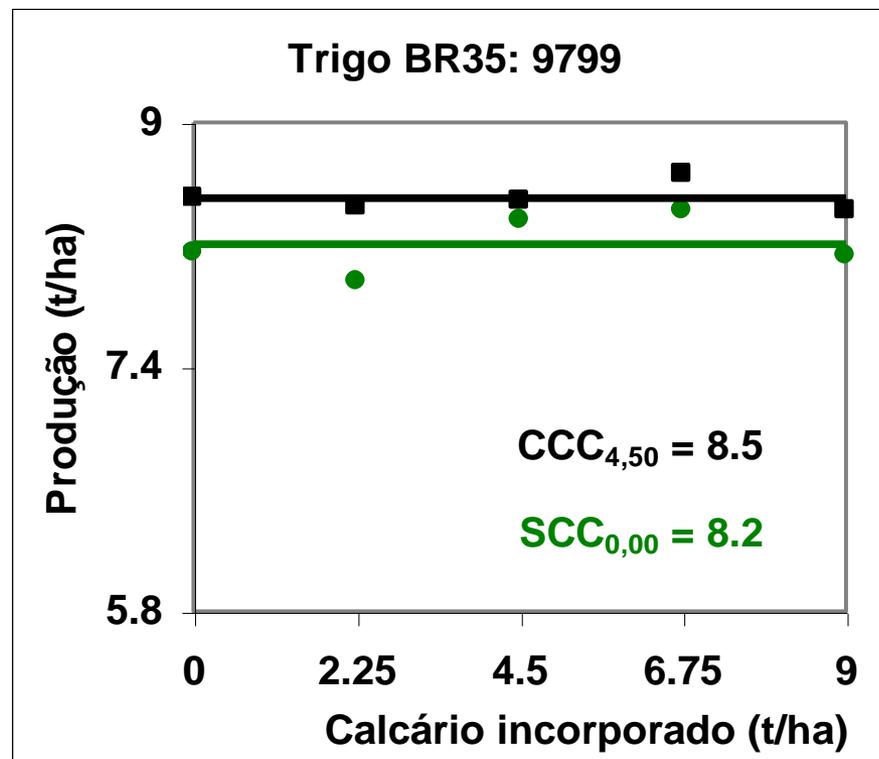
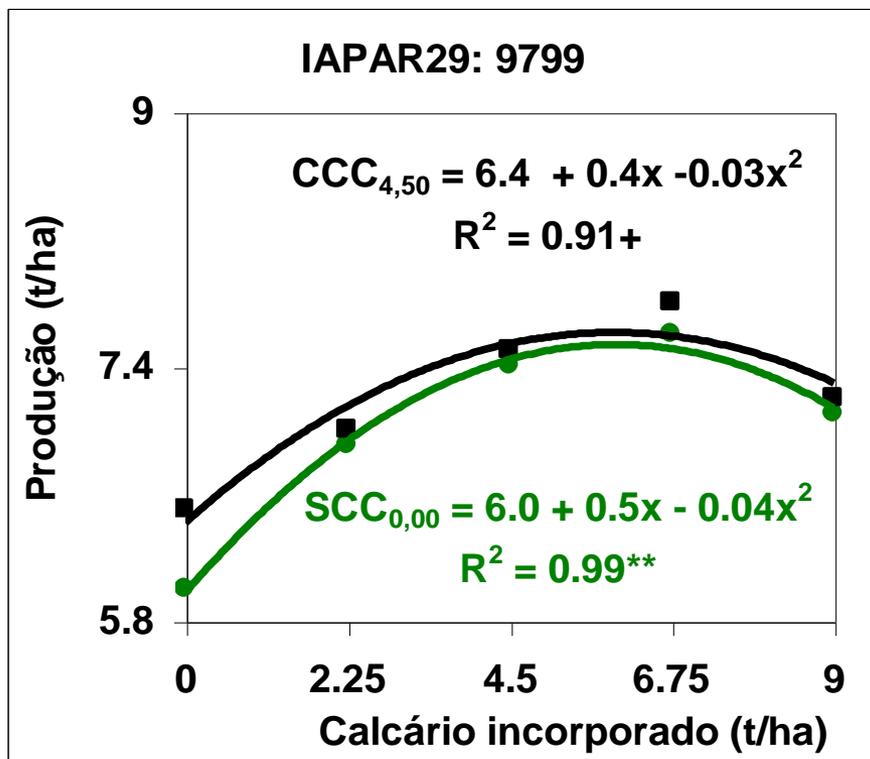
Acúmulo de P em função do alumínio no solo



Calagem incorporada e superficial e produção de trigo em sistema plantio direto

incorporado t ha⁻¹	em cobertura		Ano	Média	Cultivar	Média
	SCC	CCC				
0,00	2345 B	2524 A	1997	2469 B	IAPAR 29	2368 B
2,25	2584 A	2641 A				
4,50	2674 A	2741 A	1998	2260 C	BR 35	2784 A
6,75	2679 A	2781 A				
9,00	2603 A	2662 A	1999	3140 A	IAPAR 53	2719 A

Modos de aplicação de calcário e produção de trigo em plantio direto



Manejo do nitrogênio no trigo

- Não há critérios diretos para recomendação de adubação nitrogenada
- Devido às perdas de N o aproveitamento de adubos pelas culturas é baixo, em torno de 50% do total adicionado
- A taxa média de recuperação de N do fertilizante para a faixa de aplicação 60 a 120 kg/ha é da ordem de 56%

Manejo do nitrogênio no trigo

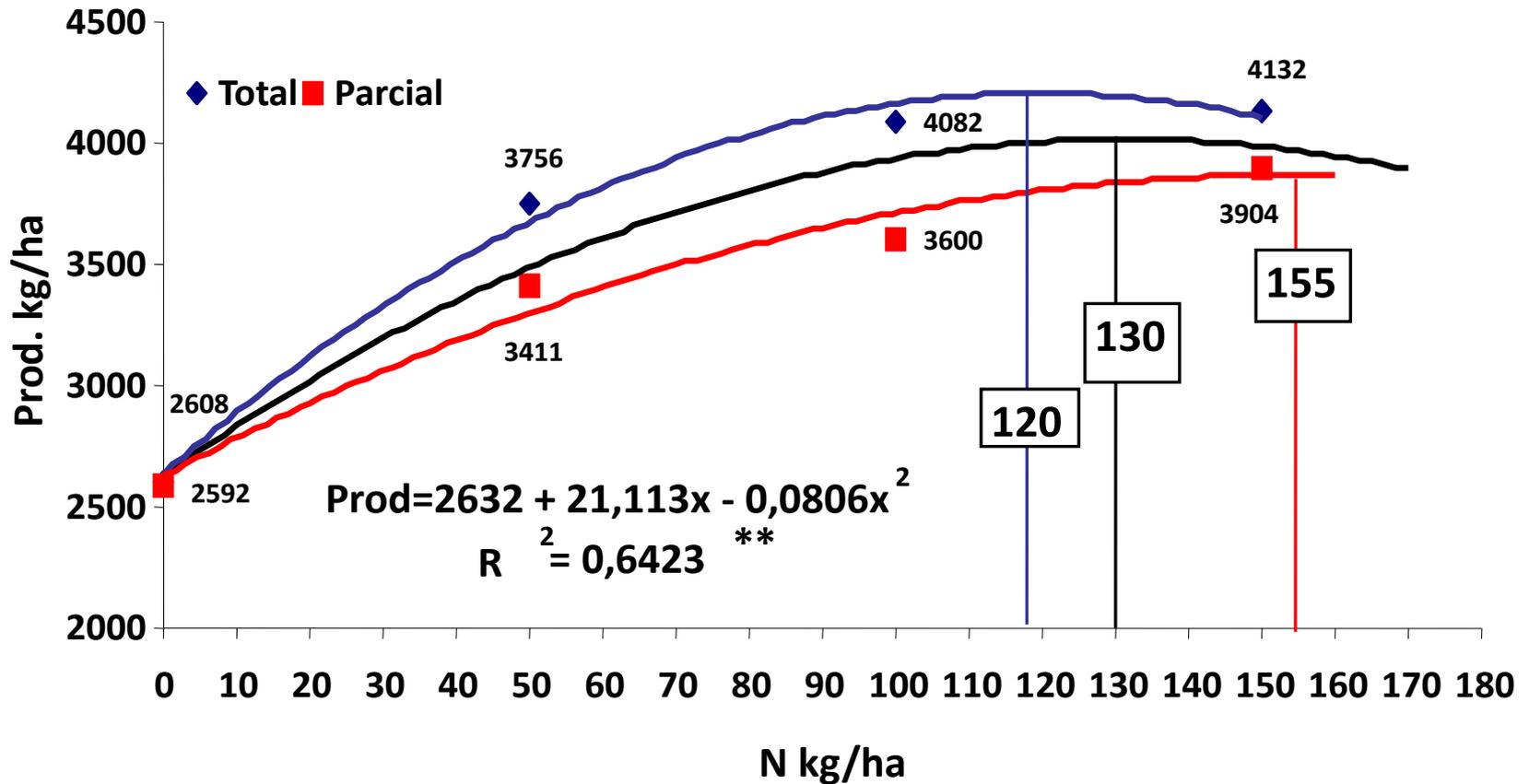
Informações técnicas para trigo e triticale – safra 2012 (CBPTT, 2011)

Cultura anterior	Semeadura	Cobertura
N (kg/ha)		
Soja	10-30	30-60
Milho	25-50	30-90

Os estados do RS e SC consideram, ainda, a matéria orgânica do solo [$<2,5$; $2,5$ a $5,0$; $5,0$ %] e o rendimento da cultura. Para produções acima de $2,0 \text{ t ha}^{-1}$ acrescentar 20 kg ha^{-1} após soja e 30 kg ha^{-1} após milho por t adicional de grãos a ser produzida

DOSES DE N x PRODUÇÃO: Região RT-VCU I

Fonte: Pauletti et al., 1999 informação pessoal



Manejo do nitrogênio no trigo

Aumento da eficiência dos adubos

- Melhoramento genético, pelo aumento da eficiência de absorção de N
- Processos químicos e físicos, mediante a adição de produtos específicos que interfiram na conversão de amônio e ureia em nitrato.
- Práticas agronômicas, tais como: inoculação de sementes, fonte, doses e métodos de aplicação adequados

Manejo do nitrogênio no trigo

Aumento da eficiência dos adubos

- Melhoramento genético, pelo aumento da eficiência de absorção de N
- Processos químicos e físicos, mediante a adição de produtos específicos que interfiram na conversão de amônio e uréia em nitrato.
- Práticas agronômicas, tais como: inoculação de sementes, fonte, doses e métodos de aplicação adequados

Manejo do nitrogênio no trigo

Eficiência de variedades no aproveitamento de N

Resposta de variedades a doses de N

Variedades	N em cobertura (kg/ha)			Média
	0	60	120	
			kg/ha	
IAPAR 6	2969	3110	2891	2990 C
Anahuac	3594	3903	3394	3630 B
OCEPAR 18	4154	4609	4844	4535 A
Média	3572 b	3874 a	3710 ab	3718

Fonte: Paulino Akamine, Kazuo J. Baba, Sidney Signirini (CAC, 1990)



Manejo do nitrogênio no trigo

Eficiência de variedades no aproveitamento de N

Acamamento de variedades de trigo em função do N

Variedades	N em cobertura (kg/ha)			Média
	0	60 %	120	
IAPAR 6	12,5	41,2	80,0	44,5 A
Anahuac	5,0	12,5	62,5	26,6 B
OCEPAR 18	1,2	6,2	8,7	5,4 C
Média	6,2 a	20,0 b	50,4 c	--

Fonte: Paulino Akamine, Kazuo J. Baba, Sidney Signorini (CAC, 1990)



Manejo do nitrogênio no trigo

Aumento da eficiência dos adubos

- Melhoramento genético, pelo aumento da eficiência de absorção de N
- Processos químicos e físicos, mediante a adição de produtos específicos que interfiram na conversão de amônio e uréia em nitrato.
- Práticas agronômicas, tais como: inoculação de sementes, fonte, doses e métodos de aplicação adequados

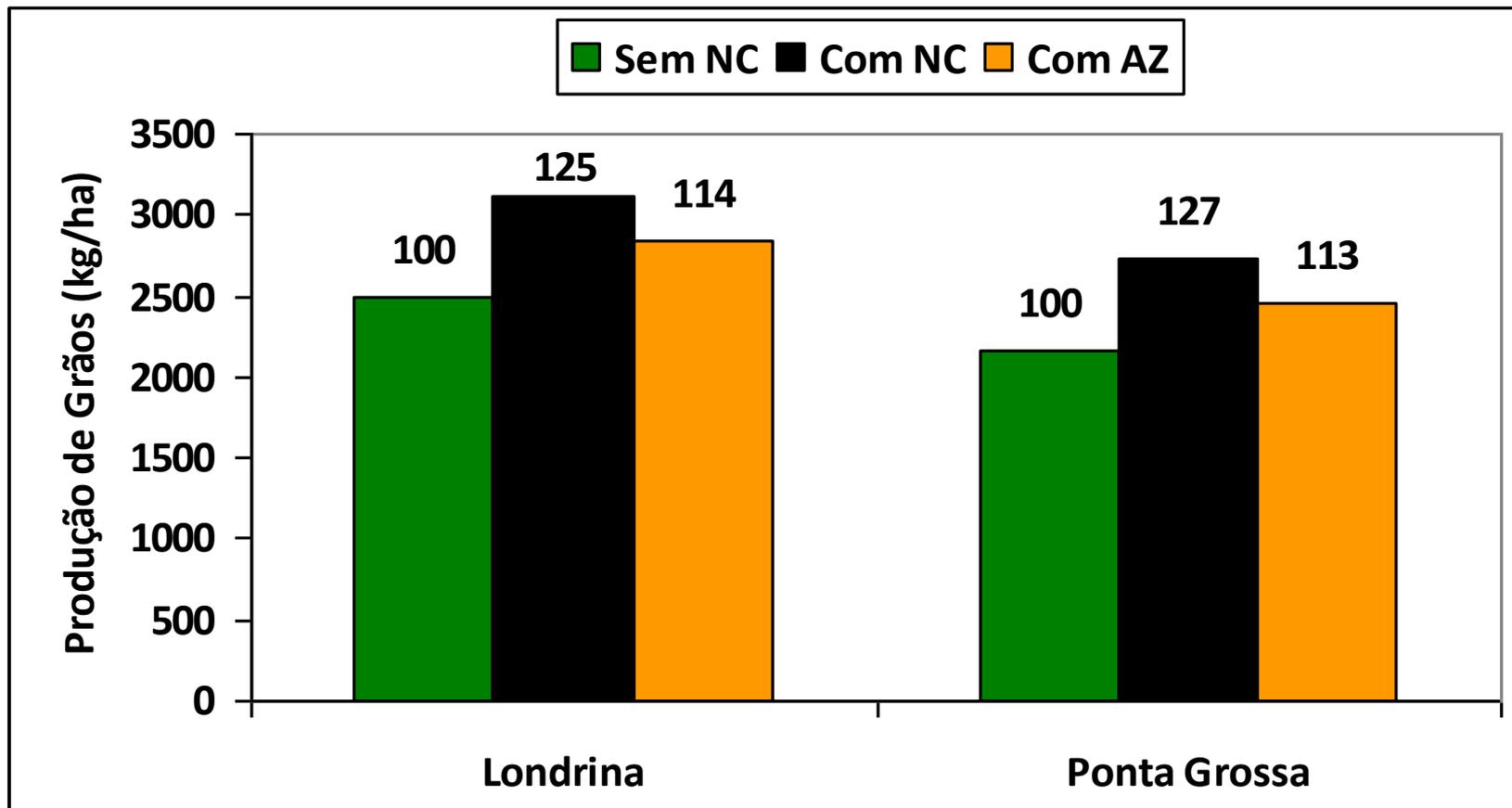
Manejo do nitrogênio no trigo

Aumento da eficiência dos adubos

- Melhoramento genético, pelo aumento da eficiência de absorção de N
- Processos químicos e físicos, mediante a adição de produtos específicos que interfiram na conversão de amônio e ureia em nitrato.
- Práticas agronômicas, tais como: inoculação de sementes, fonte, doses e métodos de aplicação adequados

Resposta do trigo a nitrogênio e Azospirillum

Fonte: adaptado de Hungria et al., 2011



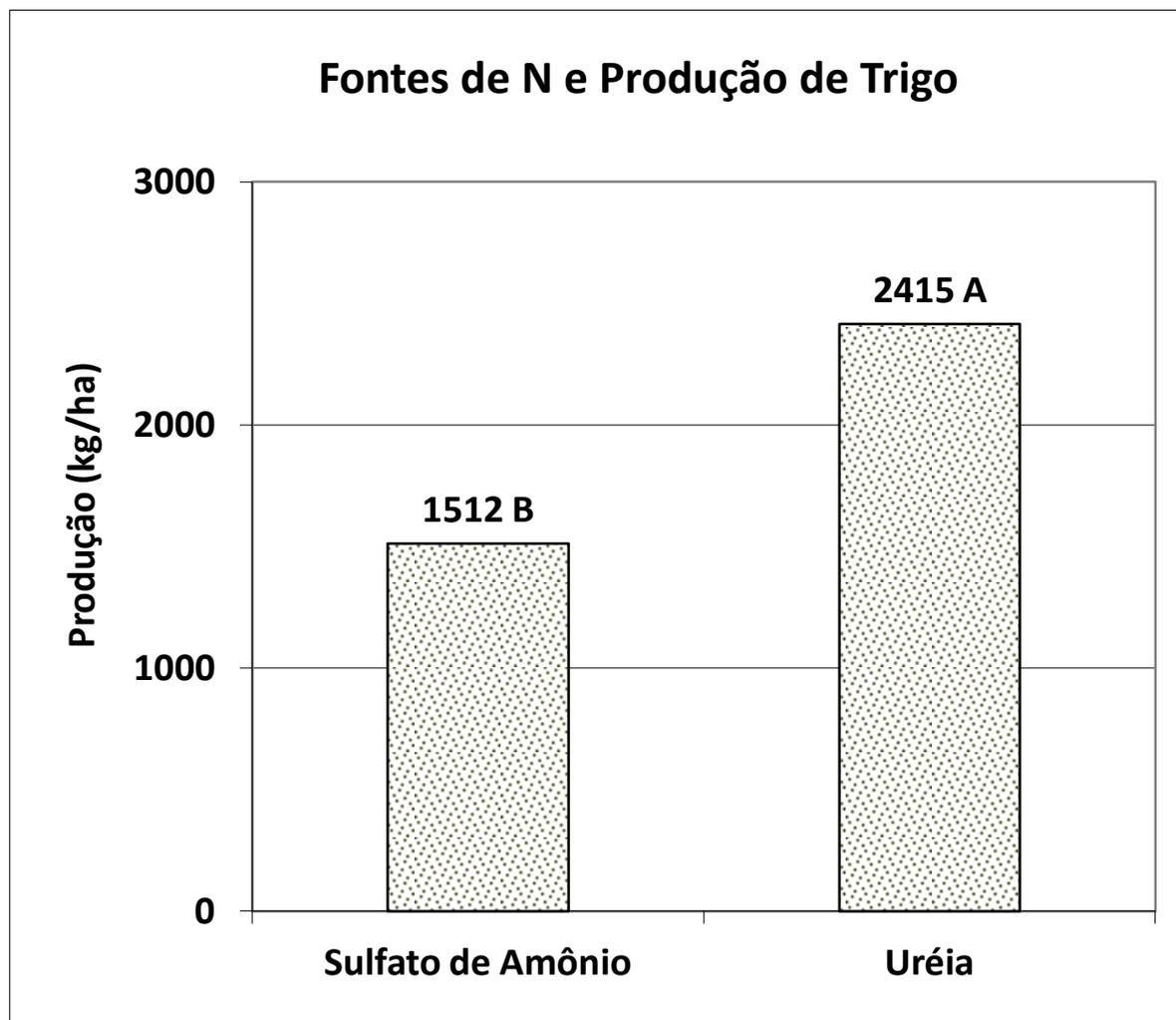
Resposta do trigo a fontes de nitrogênio 2010

Fontes de N	Épocas de Aplicação de N (kg ha ⁻¹)			Média (Fonte)	Sem N
	Pré-plantio	Cobertura	Pré-plantio+Cobertura		
Sulfato de Amônio	1280	1583	1673	1512 B	1621
Uréia	2400	2303	2543	2416 A	
Média (Época)	1840 B	1943 AB	2108 A	Média Geral	1915
Fonte	F = 93,32**		DMS = 196,41	CV (% = 11,97)	
Época	F = 2,78		DMS = 240,55		
Fonte*Época	F = 1,55		DMS = 340,19		
Fatorial*Sem N	F = 7,70*		DMS = 458,45		

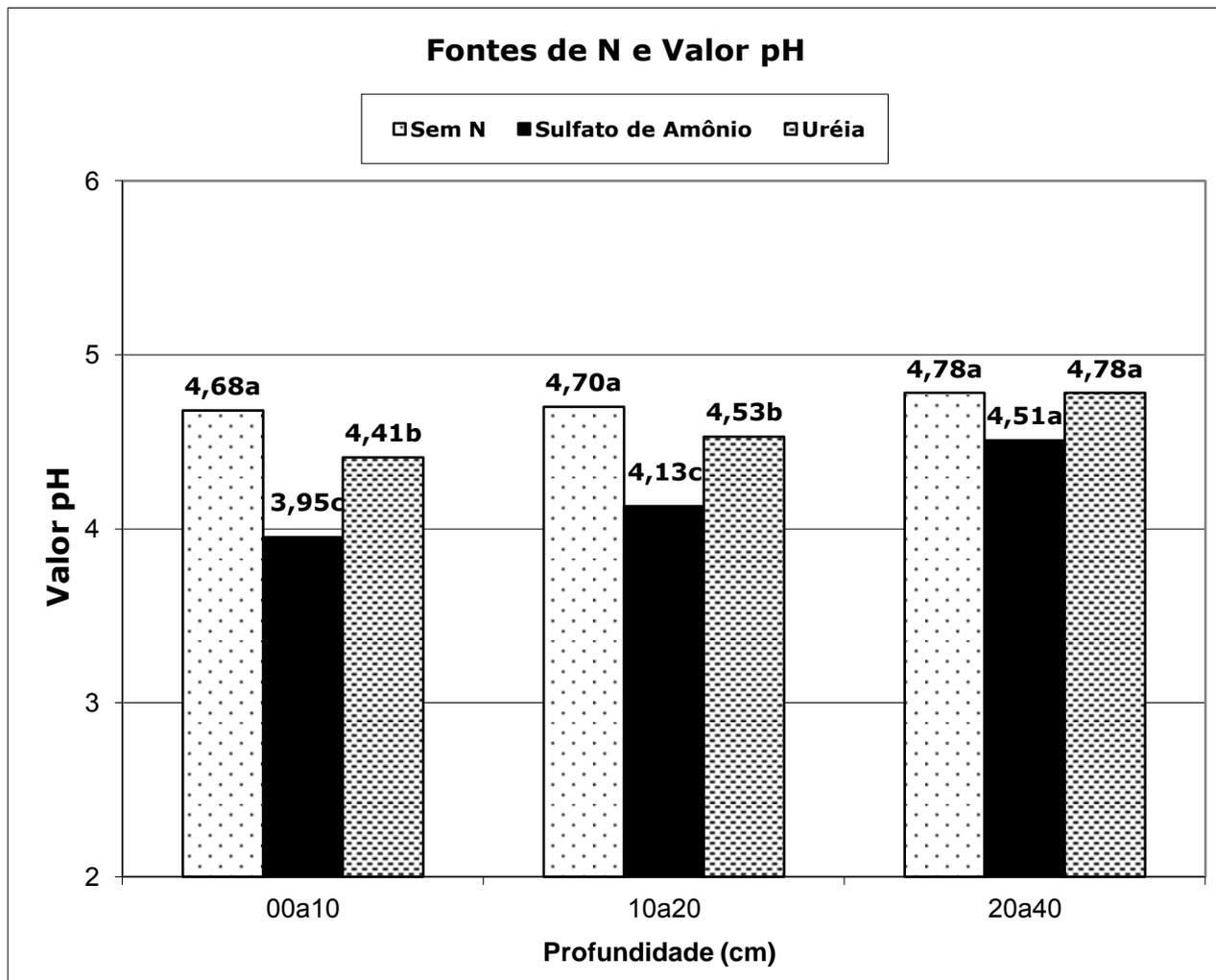
¹ Letras diferentes na coluna, indicam diferenças entre tratamentos pelo teste de t, a 5% de probabilidade.



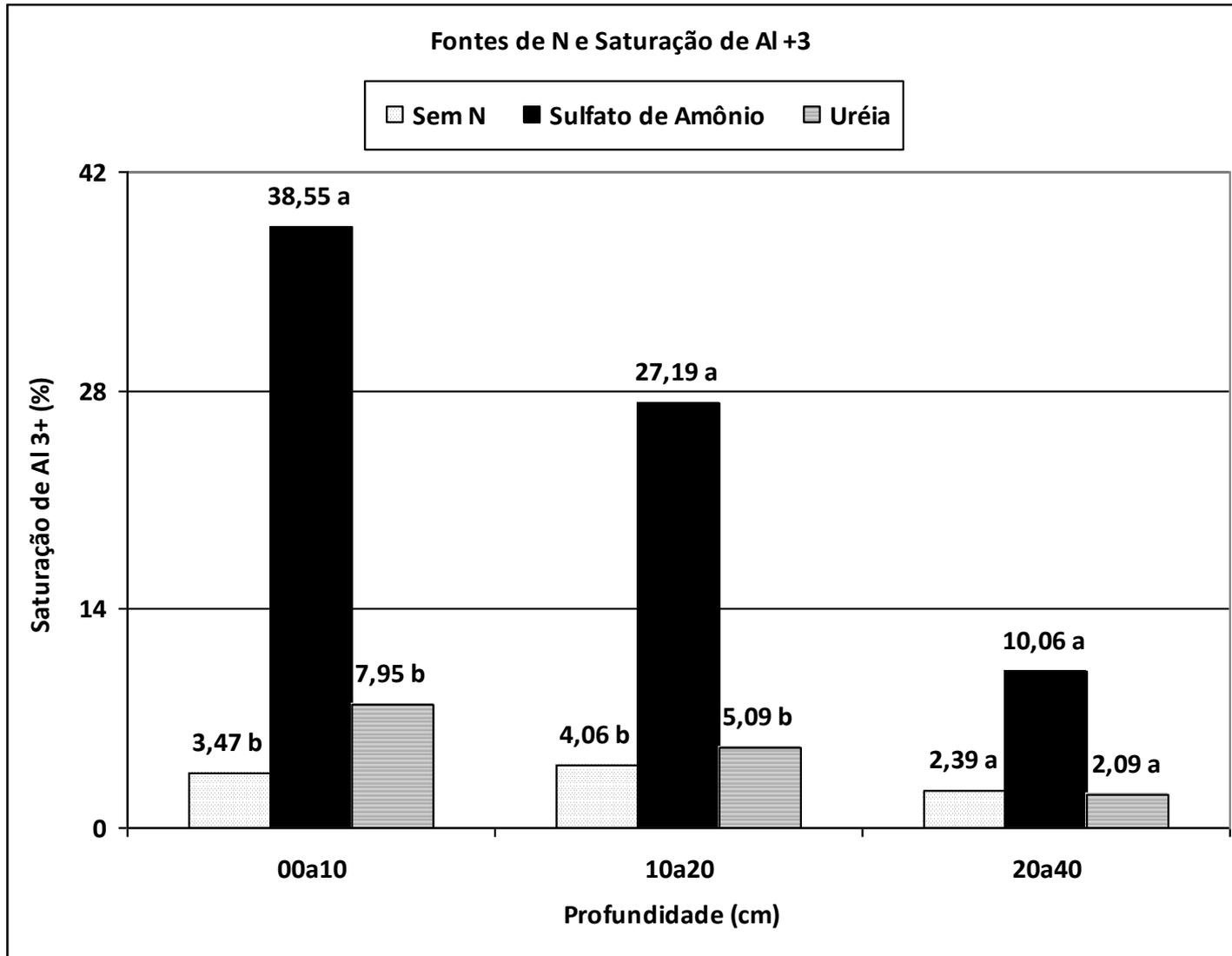
Resposta do trigo a fontes de nitrogênio 2010



Resposta do trigo a fontes de nitrogênio 2010



Resposta do trigo a fontes de nitrogênio 2010



Aplicação de uréia no sulco de semeadura

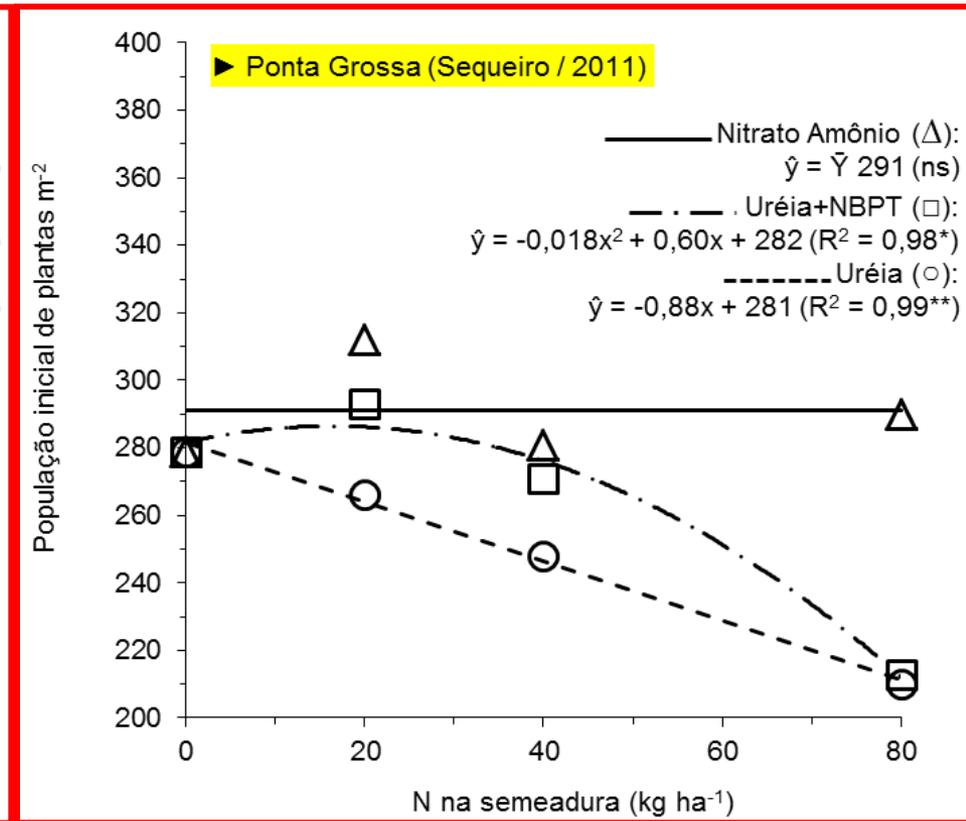
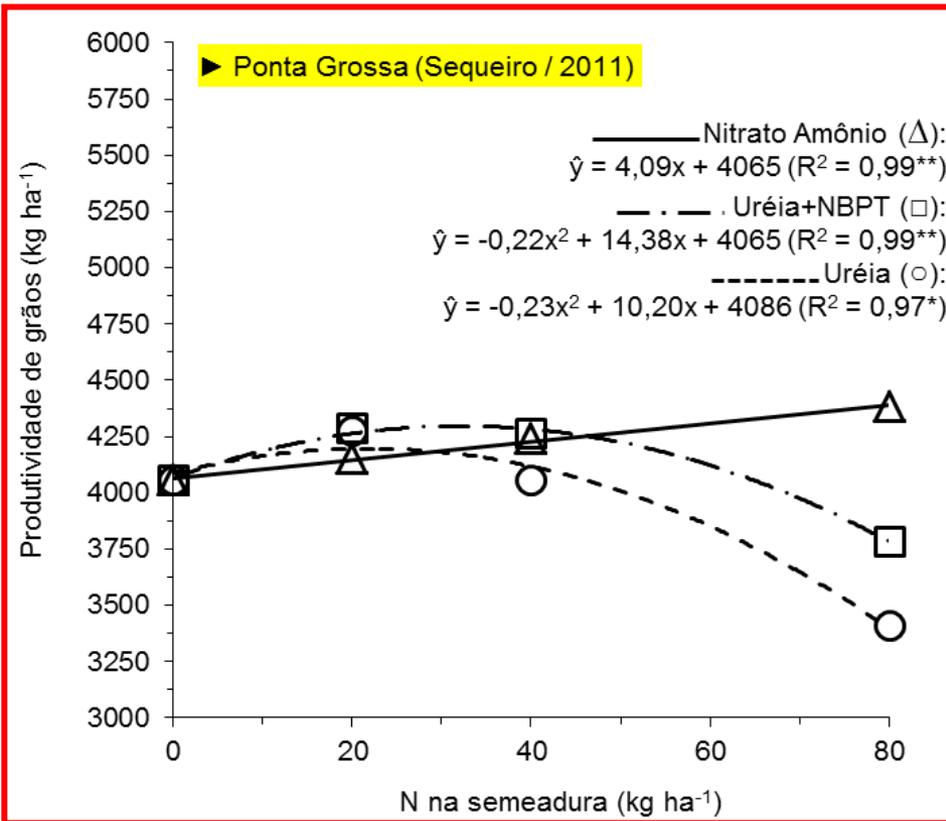
(Fonte: Pauletti, et al 2000)



**120 kg/ha N
sulco**

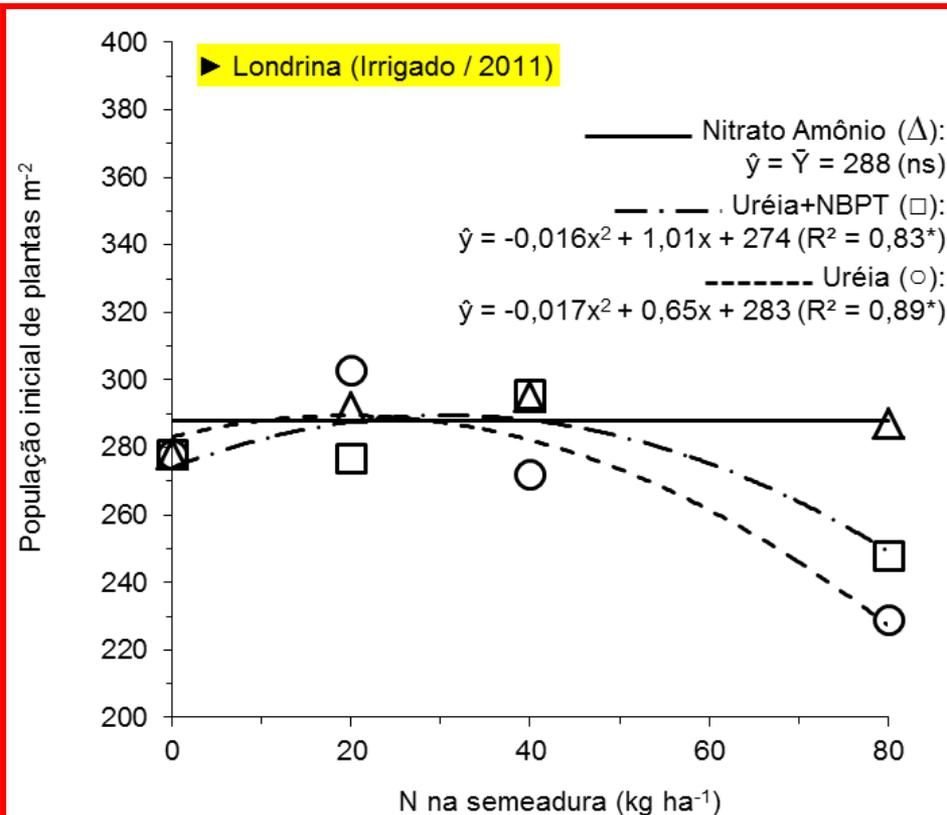
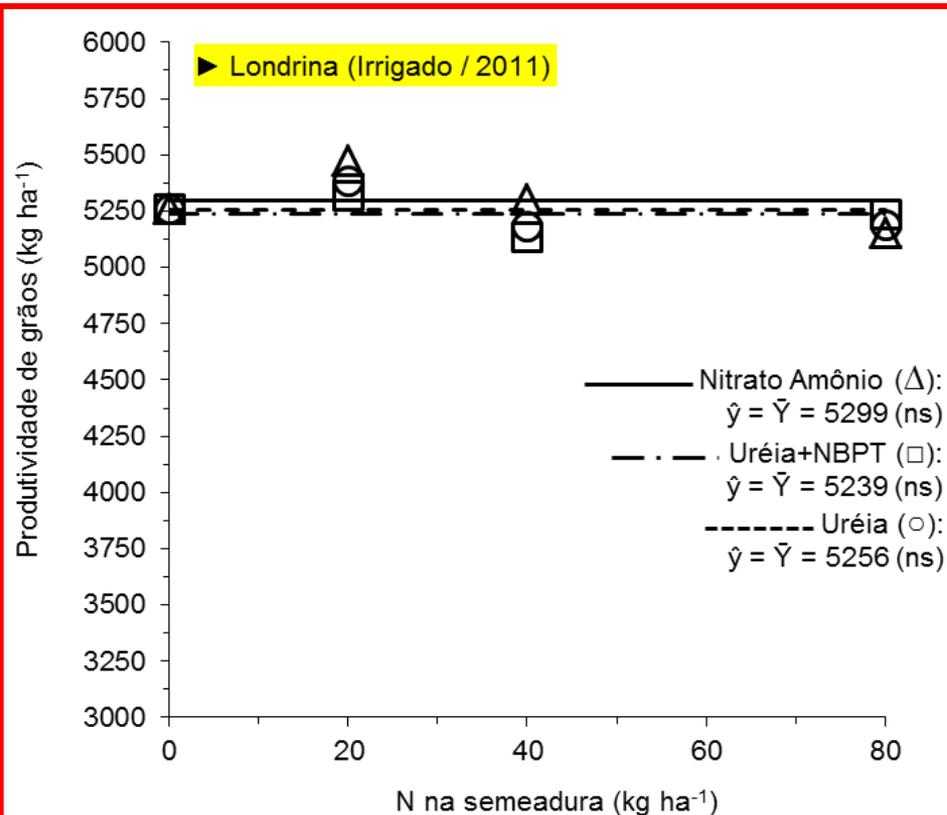
Resposta do trigo a fontes de nitrogênio

Ponta Grossa-2011 (Fonte: Foloni,2011)



Resposta do trigo a fontes de nitrogênio

Londrina-2011 (Fonte: Foloni,2011)



Adubação em sistema de cultivo com P e K

- O comportamento do fósforo no solo cultivado em plantio direto difere do convencional:
 - não revolvimento reduz contato com colóides, diminuindo adsorção
 - mineralização lenta dos resíduos vegetais aumenta o aproveitamento do P orgânico
 - maior teor de umidade no sistema plantio direto favorece a difusão do P, tornando mais eficiente sua absorção pela planta

Rendimento de grãos de milho, trigo e soja, em PD, em função de doses de P no sulco de semeadura

Cultura	kg P ₂ O ₅ .ha ⁻¹				
	0	30	60	90	120
Milho (93/94)	8380	9112	9144	9009	8688
Trigo (94) ¹	920	933	1043	1022	1062
Soja (94/95)	2571	2814	2816	2931	2869
Milho (95/96)	8040	9450	9560	9410	9380
Trigo 96	2250	2910	3350	3220	3190
Produção acumulada	21241	25219	25913	25592	25189
kg P ₂ O ₅ acumulado	0	150	300	4540	600
kg milho/kg P ₂ O ₅		26,5	15,6	9,7	6,6

¹ Produção de grãos afetada por geadas

Fonte: Sá (2004)

Fósforo Extraível do Solo em Função da Aplicação de Dez Anos de Adubo Fosfatado

P ₂ O ₅ (kg.ha ⁻¹)		1989	1998
Soja	Trigo	mg dm ⁻³	
0	0	9,2	4,6
0	50	9,1	8,7
30	50	9,2	9,5
60	50	8,8	15,2

Fonte: adaptado de Lantmann (2000)

Produção de Grãos de Trigo Cultivado em Sucessão à Soja por Seis Anos Consecutivos

P ₂ O ₅ (kg.ha ⁻¹)		Produção acumulada	Produção média	Produção relativa
Soja	Trigo	t.ha ⁻¹	kg.ha ⁻¹	%
0	0	11,5	1930	100
0	50	12,8	2140	111
30	50	14,3	2378	123
60	50	14,4	2391	124

Potássio

- O maior teor de umidade no sistema plantio direto favorece a difusão do K, tornando mais eficiente sua absorção pela planta
- O K tem boa mobilidade no solo por essa razão pode ser aplicado tanto a lanço como no sulco
- Em solos arenosos o parcelamento de K é desejável para reduzir sua lixiviação

Potássio Extraível do Solo em Função da Aplicação de Dez Anos de Adubo Potássico

K_2O (kg.ha ⁻¹)		1989	1998
Soja	Trigo	mmol _c dm ⁻³	
0	0	3,8	1,2
0	30	4,1	1,8
50	30	3,9	3,4
100	30	4,3	5,5

Fonte: Adaptado de Lantmann (2000)

Potássio Extraível do Solo em Função da Aplicação de Dez Anos de Adubo Potássico

K ₂ O (kg.ha ⁻¹)		1989	1998
Soja	Trigo	mmol _c dm ⁻³	
0	0	3,8	1,2
0	30	4,1	1,8
50	30	3,9	3,4
100	30	4,3	5,5

Rendimento Grãos de Trigo Cultivado em Sucessão à Soja por Seis Anos Consecutivos

K ₂ O (kg.ha ⁻¹)		Produção acumulada	Produção média	Produção relativa
Soja	Trigo	t.ha ⁻¹	kg.ha ⁻¹	%
0	0	12,8	2140	100
0	30	13,3	2221	104
50	30	13,6	2272	106
100	30	13,7	2275	106

Fonte: Adaptado de Lantmann et al.,1996.

Micronutrientes

- Os solos do Paraná aptos para o cultivo de trigo são, em geral, bem supridos em micronutrientes
- Trabalhos de pesquisa desenvolvidos no Estado não tem constata resposta do trigo a micronutrientes, razão pela qual não se recomenda o uso generalizado desses nutrientes (CBPTT, 1012)